

유방암 관찰 시 실시간 복합영상기법이 고식적 초음파보다 우수한가?

고려대학교 의과대학 진단방사선과, ¹예방의학, ²외과, ³내과

서보경 · 오유환 · 조규란 · 이영흔 · 노형준 · 이지영 · 이준영¹
제보경 · 최은정 · 이남준 · 김정혁 · 배정원² · 김석진³

Does Real-time Compound Imaging Improve Evaluation of Breast Cancer Compared to Conventional Sonography?

Bo Kyoung Seo, M.D., Yu Whan Oh, M.D., Kyu Ran Cho, M.D., Young Hen Lee, M.D., Hyung Joon Noh, M.D., Ji Yung Lee, M.D., June Young Lee, Ph.D.¹, Bo Kyung Je, M.D., Eun Jeong Choi, M.D., Nam Joon Lee, M.D., Jung Hyuk Kim, M.D., Jeoung Won Bae, M.D.² and Seok Jin Kim, M.D.³

Departments of Diagnostic Radiology, ¹Preventive Medicine, ²Surgery, and ³Internal Medicine, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Real-time compound imaging obtains multiple coplanar tomographic ultrasound images and combines them into a single compound image, reducing acoustic artifacts and noise. The purpose of this study is to determine if real-time compound imaging improves evaluation of breast cancer compared to conventional sonography.

Methods: From May 2000 to July 2001, we scanned the same axial plane with conventional sonography and real-time compound imaging in 520 patients with solid breast nodules. Twenty-eight cancers in 25 patients which were confirmed pathologically were included in this study. Twenty-five of 28 cases were invasive ductal carcinoma and the remaining three were ductal carcinoma in situ. Each image pair consisted of a conventional ultrasound and a real-time compound image with a stationary probe, to maintain an identical projection. The evaluating points were 1) contrast between cancer and normal breast tissue, 2) depiction of margin, 3) clarity of internal echotexture, 4) clarity of posterior echo pattern, and 5) clarity of internal microcalcifi-

cation. Two radiologists graded for quality of images on a 5-point scale and in a blinded fashion and Wilcoxon rank test was used for comparison between conventional and real-time compound images.

Results: For reviewer 1/reviewer 2, compound image showed grade improvements in 1) contrast (1.4±0.5/1.4±0.7), 2) margin (1.4±0.5/1.8±0.4), 3) internal echotexture (1.0±0.5/1.4±0.7), 4) posterior echo pattern (-0.9±0.7/-0.8±0.7), and 5) internal microcalcification (1.8±0.5/1.8±0.5). In all evaluating points, there was statistically significant difference between conventional and compound images (P < 0.05).

Conclusion: Real-time compound imaging improves contrast, depiction of margin, and clarity of internal echotexture and internal microcalcification of the breast cancer. But compound image is not effective to evaluate posterior echo pattern of the breast cancer. (**Journal of Korean Breast Cancer Society 2002;5:102-107**)

Key Words: Breast, US; Breast neoplasms; Breast neoplasms, Diagnosis; Ultrasound (US), Technology; Ultrasound (US), Comparative studies

중심 단어: 유방암, 초음파

서 론

유방 초음파는 임상적으로나 유방촬영술로 진단된 이상 부위를 양성인지, 고형인지, 그리고 양성인지, 악성인지를 판단하는 데 유용하게 이용되고 있다.(1-12) 그러나 Stavros 등(12)의 고주파 탐촉자를 이용한 초음파 연구에 의하면 유방암을 진단하는 데 있어서 초음파는 98.4%의 민감도와 99.5%의 음성 예측치를 보였으나 양성 예측치는 38%로 낮았다. 따라서 유방암의 진단을 보다 정확히 할 수 있는 새 기법이 요구된다.

최근에는 초음파 기술이 발달하였고, 실시간 복합 영상 기법(Real-time compound imaging)도 최근에 이용되고 있는

책임저자 : 서보경, 서울시 성북구 안암동 5가 126-1
☎ 136-705, 고려대학교 의과대학 안암병원 진단방사선과
Tel: 02-920-5657, Fax: 02-929-3796
E-mail: ssbk@dreamwiz.com
접수일 : 2002년 6월 19일, 게재승인일 : 2002년 7월 3일

새 기법 중의 하나이다. 실시간 복합영상은 여러 단면 영상을 얻어 실시간에 합쳐서 하나의 복합 영상으로 화면에 보여주는 초음파 기법으로 고식적 초음파에 비해 인공물과 잡음의 생성을 줄이는 장점이 있다. 그러나 현재까지 유방암에서 실시간 복합영상의 유용성에 대한 연구는 없다. 이에 본 연구에서는 유방암의 관찰에 있어서 실시간 복합영상이 고식적 초음파에 비해 우수한지를 비교연구하기 위함이다.

방 법

2000년 5월부터 2001년 7월까지 고휘 결절을 가진 520명의 환자에서 결절의 같은 축상면(axial plane)을 고식적 초음파와 실시간 복합영상으로 스캔하였다. 이 520명의 환자 중 병리조직학적으로 유방암으로 확진된 25명 환자의 28개의 병변을 대상으로 하였다. 25명 환자는 모두 여성이었고, 나이는 35~65세로 평균 46세였다. 28예 중 25예는 침윤성 관암(invasive ductal carcinoma)이고, 나머지 3예는 상피내암(ductal carcinoma in situ)이었다. 유방암의 크기는 6~45 mm로 평균 14 mm였다. 18예는 초음파유도하 생검 후 수술적 절제를, 3예는 초음파유도하 세침흡입술 후 수술적 절제를 시행하였고, 나머지 7예는 수술적 절제를 바로 시행하였다.

사용한 초음파 기기는 HDI 5000 SonoCT (Advanced Technology Laboratories, Bothell, Washington)이고, 12~5 MHz의 고주파 선형탐촉자(linear scanhead)를 이용하였다. 초음파 검사는 한 명의 유방을 전공한 진단방사선과 전문의와 두 명의 진단방사선과 전공의가 시행하였다. 고식적

초음파로 먼저 검사한 후 병소가 발견되거나 병소가 의심될 때 고식적 초음파와 실시간 복합영상기법으로 같은 축상면의 사진을 얻었다. 이 때 확대, 깊이, 조직 압박, 초점 등은 두 기법 간에 모두 동일하게 하였고, 회색조(gray scale)의 밝기는 각 기법에서 적당하게 조절하였다. 초음파 검사를 시행하지 않은 두 명의 진단방사선과 전공의가 고식적 초음파와 실시간 복합영상으로 얻은 유방암의 같은 축상면 사진에서 다음의 다섯 가지 면을 비교하였다; 1) 유방암과 정상 유방조직과의 대조도, 2) 유방암의 경계의 명료성, 3) 내부에코의 명료성, 4) 후방에코의 명료성, 5) 종괴내 미세석회화의 명료성. 두 명의 진단방사선과 의사가 각각 서로 상의 없이 다섯 가지 관찰 면에 대해 영상의 질의 우수함을 5등급으로 나누어 판정하였다. 유방암의 경계의 모양은 뚜렷한(circumscribed) 경우, 불분명한(ill-defined) 경우, 침상의(spiculated) 경우, 미세소엽의(microlobulated) 경우와 주변 유선으로 연결된 분지상의(branching) 경우 등으로 구분하였다. 내부에코는 피하지방과 비교하여 고에코,

Table 1. Interobserver agreement in image interpretation

Parameters	Weighted kappa coefficient
Contrast	0.680
Depiction of margin	0.759
Clarity of internal echotexture	0.637
Clarity of posterior echo pattern	0.702
Clarity of internal microcalcification	1.0

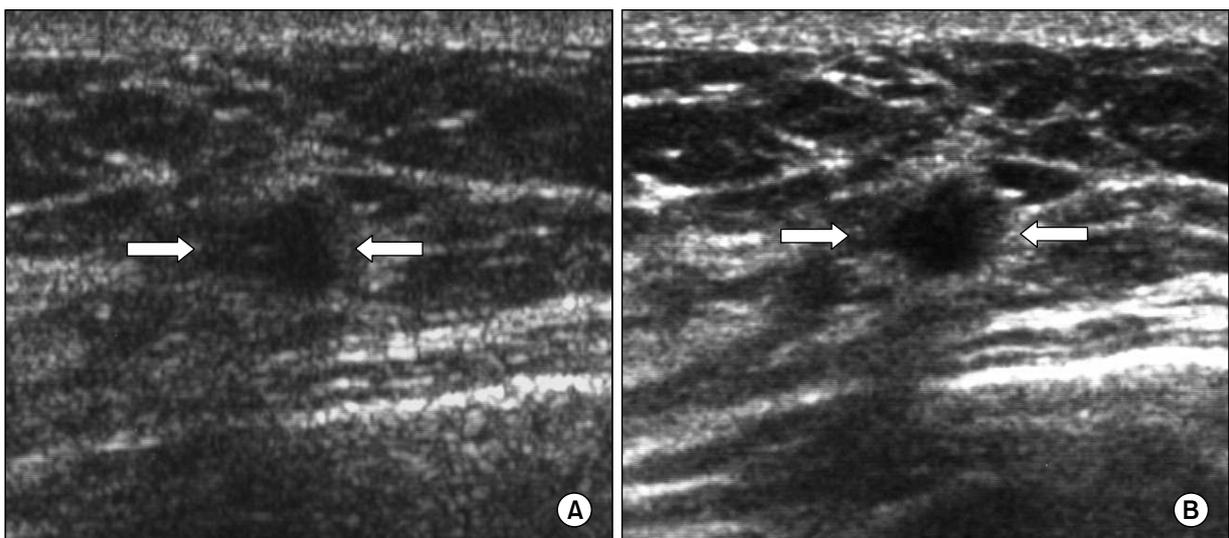


Fig. 1. 39-year-old female with ductal carcinoma in situ. Sonograms show an oval shaped, ill-defined marginated, homogeneous hypoechoic nodule (arrows). In contrast and depiction of margin, real-time compound imaging (B) is superior technique to conventional sonography (A).

저에코와 동일에코 등으로 구분하였고, 내부에코의 균일함 (homogeneity)도 판단하였다. 후방에코는 종양 후면으로 에코의 증강(enhancement)이나 감소로 인한 그림자현상(shadowing) 등을 관찰하였다.

통계적으로 두 명의 관찰자간의 일치도는 weighted kappa 지수로 판단하였고, 고식적 초음파와 실시간 복합영상간의 영상의 질에 대한 비교를 위해 Wilcoxon rank 검정을 이용하였다(SAS/STAT software, version 6.12; SAS Institute, Cary, NC).

결 과

Weighted kappa 지수는 0.637~1.0으로 영상의 질에 대한 평가에 있어서 두 명의 관찰자 간에 높은 일치도를 보였다 (Table 1).

28예의 유방암의 경계는 침상 7예(25%), 불분명함 6예(21%), 미세소엽화 6예(21%), 뚜렷함 3예(11%), 분지화 2예(7%), 미세소엽화와 불분명함이 같이 있는 2예(7%)와 미세

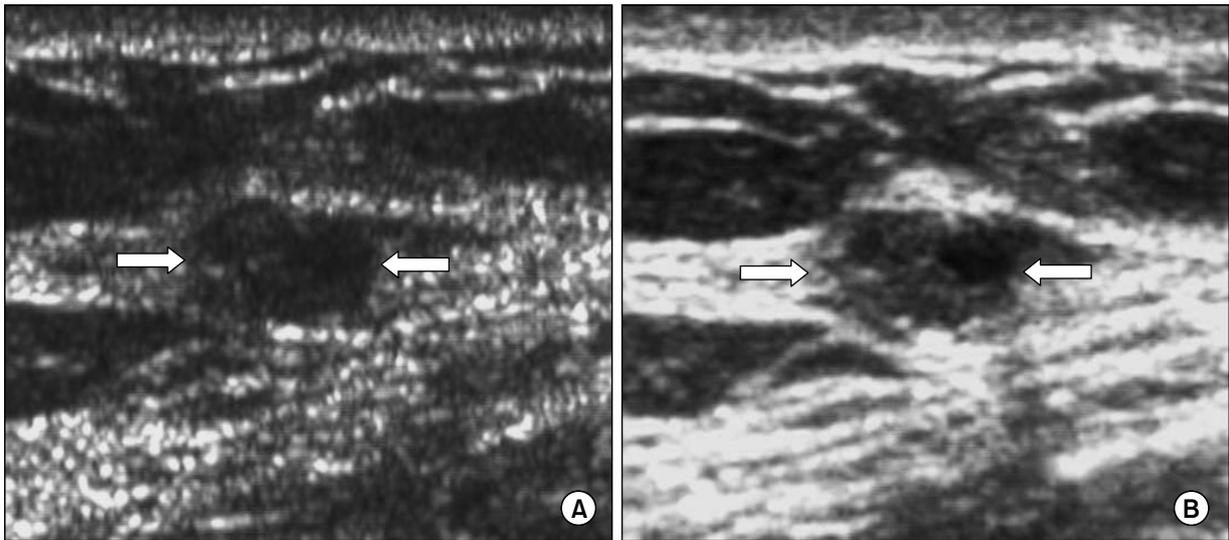


Fig. 2. 56-year-old female with ductal carcinoma in situ. Sonograms show an oval shaped, circumscribed, heterogeneous hyperechoic nodule (arrows). In contrast and clarity of internal echotexture, real-time compound imaging (B) is superior technique to conventional sonography (A).

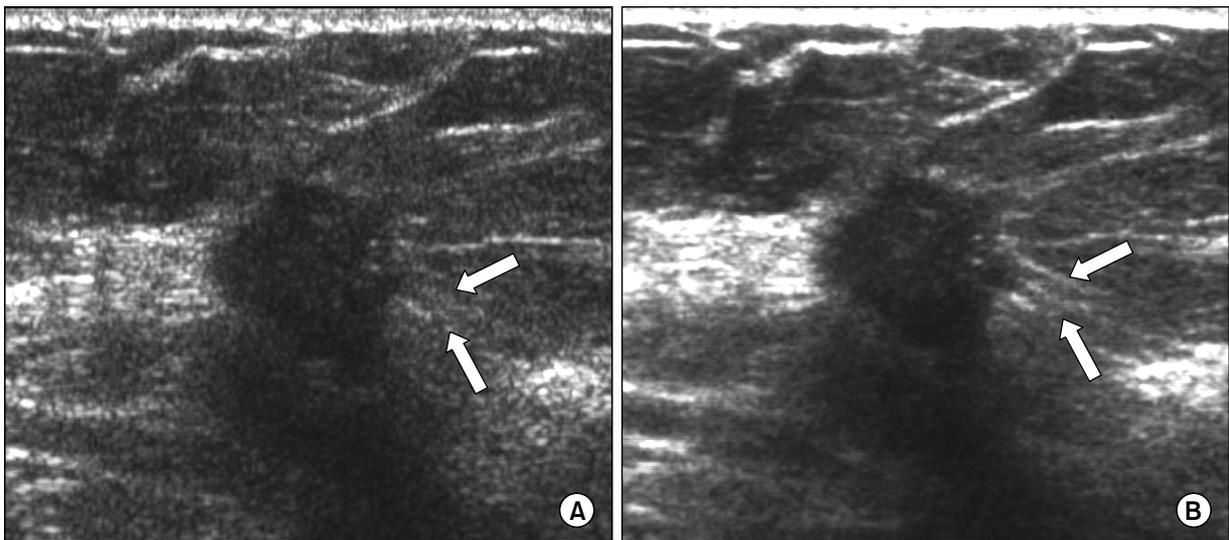


Fig. 3. 39-year-old female with invasive ductal carcinoma. Sonograms demonstrate a round shaped, spiculated margined, hypoechoic nodule. Spiculated margins (arrows) are more clearly visualized on real-time compound imaging (B) than conventional sonography (A).

소엽화와 침상이 같이 있는 2예(7%) 등이었다. 내부에코는 저에코 17예(61%), 동일에코 7예(25%), 고에코 4예(14%)이었고, 20예(71%)에서 내부에코의 비균질성을 보였다. 후방에코는 그림자현상 19예(68%), 증강 4예(14%)이었고, 5예(18%)에서는 후방에코의 변화가 없었다. 종양내 미세석회화는 28예 중 9예에서 보였다.

두 명의 관찰자가 판단한 고식적 초음파 비교하여 실시간 복합영상에서의 등급 상승은 1) 유방암과 정상 유방조직과의 대조도($1.4 \pm 0.5 / 1.4 \pm 0.7$), 2) 경계의 명료성($1.4 \pm 0.5 / 1.8 \pm 0.4$), 3) 내부에코의 명료성($1.0 \pm 0.5 / 1.4 \pm 0.7$), 4) 후방에코의 명료성($-0.9 \pm 0.7 / -0.8 \pm 0.7$), 5) 종괴내 미세석회화의 명료성($1.8 \pm 0.5 / 1.8 \pm 0.5$)이었다. 즉, 유방암의

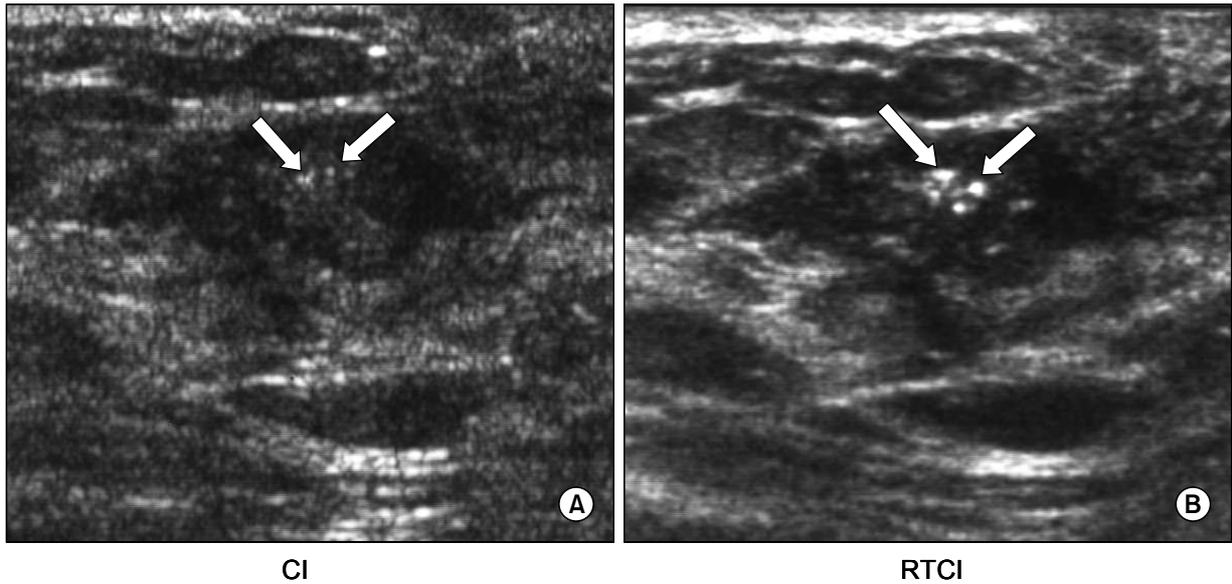


Fig. 4. 34-year-old female with invasive ductal carcinoma. Sonograms show an irregular shaped, heterogeneous hypoechoic nodule with internal microcalcifications (arrows). Real-time compound imaging (B) is superior technique to conventional sonography (A) in clarity of internal microcalcifications.

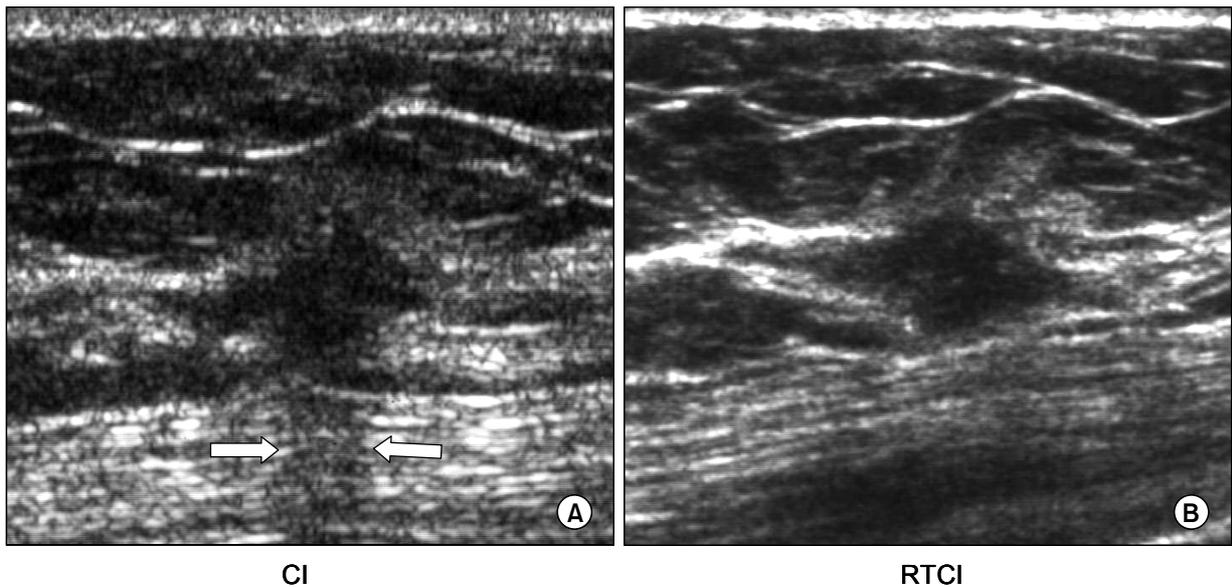


Fig. 5. 48-year-old female with invasive ductal carcinoma. Sonograms show an irregular shaped, heterogeneous hypoechoic nodule with posterior shadowing (arrows). In clarity of posterior echo pattern, conventional sonography (A) is superior technique to real-time compound imaging (B).

대조도(Fig. 1, 2), 경계(Fig. 1, 3), 내부에코(Fig. 2)와 미세 석회화의 명료성(Fig. 4) 등에서는 실시간 복합영상이 고식적 초음파보다 우수하였고, 후방에코의 명료성(Fig. 5)은 고식적 초음파가 우수하였다. 5가지 관찰 면 모두에서 두 기법 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

고 찰

실시간 복합영상은 다른 각도로 얻어진 여러 화면들을 합쳐서 실시간에 하나의 복합된 영상으로 보여주는 초음파 기법이다. 본 연구에서 사용한 기기에서는 3화면이나 9화면을 이용하여 하나의 복합영상을 만들며, 3화면을 이용하는 기법을 'survey mode', 9화면을 이용하는 기법을 'target mode'라 부른다. 여러 개의 화면들을 이용하여 하나의 영상으로 만들기 위해서는 기존의 고식적 초음파에 비해 몇 가지 필요한 점이 있다.(13) 첫째, 복합영상에서는 다각도의 영상을 얻기 위해 탐촉자에서 초음파 빔(beam)을 각각 이외에 다른 각도로 보낼 수 있어야 한다. 둘째, 다각도로 얻어진 여러 화면들을 하나의 영상으로 합하기 위해 정확한 화면 평균화(frame averaging)가 필요하다. 실시간 복합영상은 여러 화면들을 얻어서 합해야 하므로 화면의 전환율(frame rate)이 감소될 수 있다. 3화면을 사용하는 경우는 고식적 초음파에 비해 화면율의 저하가 없으나, 9화면을 사용하는 경우는 화면율이 저하되어 유방 종괴나 초음파 탐촉자의 움직임, 호흡 등으로 인한 영상의 흐려짐(blurring)이 생길 수 있으므로 본 연구에서는 3화면을 이용하는 'survey mode'를 사용하였다.

실시간 복합영상의 장점은 기존의 고식적 초음파에 비해 영상의 인공물(artifact)을 억제하여 영상의 질을 높이는 데 있다. Jespersen 등(14)의 실험 연구에 따르면 복합영상에서 작은 반점상(speckle)이 고식적 초음파에 비해 정량적으로 감소하였으며, 이로 인해 병소의 발견, 특히 대조도가 낮은 경우에서의 병소의 발견에 유리하고, 병소의 경계의 판단에도 우수하다고 하였다. 작은 반점은 정상 유방조직에서 다소 균등한 하얀 과립상으로 보이며, 이는 대조도와 해상능을 떨어뜨리는 역할을 한다. 따라서 실시간 복합영상은 작은 반점상 등의 인공물을 억제함으로써 우수한 영상을 얻을 수 있다. 유방 결절의 양성과 악성의 판단을 위해서는 결절의 경계, 내부에코와 후방에코의 관찰이 필요하다.(12) 서 등(15)의 연구에서 유방의 낭성과 고형을 포함한 종괴를 고식적 초음파와 실시간 복합영상, 펄스역전 하모닉 영상과 비교하였을 때 종괴의 발견과 경계, 내부에코 등의 관찰에서 실시간 복합영상이 가장 우수하다고 보고하였으며, 이는 실시간 복합영상의 이론적 근거와 일치한다고 하겠다.

본 연구에서 유방암과 정상유방과의 대조도, 종양의 경계, 내부에코와 내부 미세석회화의 명료성에 있어서 실시

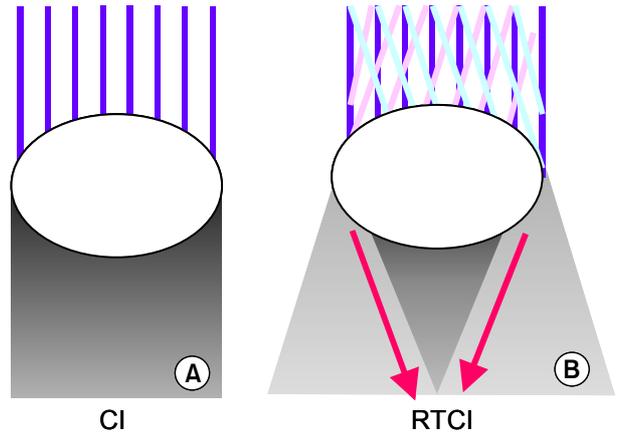


Fig. 6. In real-time compound imaging (B), posterior echoes are concentrated in a triangular region (arrows), thus, posterior echoes are preserved in the central portion and reduced in the peripheral portion of the cancer and posterior echoes are overall reduced as compared with conventional sonography (A).

간 복합영상이 고식적 초음파에 비해 훨씬 우수하였다. 이는 실시간 복합영상에서 다각도 영상획득으로 인한 인공물의 억제와 여러 화면을 얻어 복합함으로써 실제 에코의 증강과 기인한다고 생각한다.

반면 종양의 후방에코의 명료성에서는 고식적 초음파가 실시간 복합영상보다 우수하였다. 실시간 복합영상은 다각도의 틀어진(steered) 초음파를 사용함으로써 후방에코가 삼각형 모양으로 모임으로 인해 후방에코의 중심부는 유지되고 가장자리는 감소되어 전반적인 후방에코의 약화를 야기한다(Fig. 6). 후방에코는 유방 결절의 양성과 악성의 판단에 중요하며,(12) 후방에코의 감소로 인한 그림자 현상은 보다 악성을 시사하는 소견이다. 서 등(15)의 연구에서도 유방 결절의 후방에코 명료성은 실시간 복합영상보다 고식적 초음파에서 우수하여 본 유방암에서의 연구와 일치하였다. 따라서 실시간 복합영상으로 검사 시 후방에코의 판단이 어려운 경우는 고식적 초음파로 전환이 필요하다.

본 연구에서 25명의 환자 중 3명은 상피내암으로 6~10 mm의 크기였다. 이들 3예 모두에서 대조도면에서 실시간 복합영상이 고식적 초음파에 비해 월등히 우수하였고, 2예는 유방촬영술에서 새로 결절성 음영이 생겨 초음파를 시행하였는데 고식적 초음파에서는 피하지방과 구분이 어려워 발견하지 못하였고, 실시간 복합영상에서 유방암을 찾아낼 수 있었다. 상피내암 3예 모두에서 경계와 내부에코의 명료함이 실시간 복합영상에서 보다 우수하였으며, 2예에서 결절 내부에코의 비균질성이 실시간 복합영상에서 명확하여 유방암을 의심하게 되어 조직생검으로 진단을 내릴 수 있었다.

22명의 침윤성 관암 중 1명은 다발성 유방암으로 한쪽 유

방에 4개의 침윤성 관암을 가지고 있었다. 이 환자에서 유방을 상하, 내외측 4곳으로 구분하였을 때 3개의 유방암은 상외측에 모여 있었으나 나머지 하나는 상내측에 떨어져 있었다. 상내측의 결절의 발견과 경계의 판단에 실시간 복합영상이 고식적 초음파에 비해 우수하여 이 환자의 수술 방법을 결정하는 데 결정적 역할을 하였다.

결 론

결론적으로 실시간 복합영상은 고식적 초음파에 비해 유방암의 정상 유방과의 대조도, 유방암의 경계, 내부에코와 미세석회화의 동반 등의 관찰에 우수하다. 그러나 유방암의 후방에코의 판단에는 실시간 복합영상은 효과적이지 않으므로 고식적 초음파의 상호보완이 필요하다.

REFERENCES

- 1) Hilton SW, Leopold GR, Olson LK, Wilson SA. Real-time breast sonography: application in 300 consecutive patients. *AJR* 1986;147:479.
- 2) Cole-Beuglet C, Soriano RZ, Kurtz B, Goldberger BB. Ultrasound analysis of 104 primary breast carcinomas classified according to histopathologic type. *Radiology* 1983;147:191.
- 3) Jokich PM, Monticciolo DL, Adler YT. Breast ultrasonography. *Radiol Clin North Am* 1992;30:993.
- 4) Kopans DB, Meyer JE, Lindfors KK, Bucchianeri SS. Breast sonography to guide cyst aspiration and wire localization of occult solid lesions. *AJR* 1984;143:489.
- 5) Fornage BD, Sneige N, Faroux MJ, Andry E. Sonographic appearance and ultrasound guided fine-needle aspiration biopsy of breast carcinomas smaller than 1 cm³. *J Ultrasound Med* 1990;9:559.
- 6) Harper PA, Kelly-Fry E, Noe JS, Bies RJ, Jackson VP. Ultrasound in the evaluation of solid breast masses. *Radiology* 1983;146:731.
- 7) Kobayashi T. Diagnostic ultrasound in breast cancer: analysis of retrotumorous echo patterns correlated with sonic attenuation by cancerous connective tissue. *J Clin Ultrasound* 1979; 7:471.
- 8) Leucht WJ, Rabe DR, Humbert KD. Diagnostic value of different interpretative criteria in real-time sonography of the breast. *Ultrasound Med Biol* 1988;14(suppl 1):59.
- 9) Kopans DB. Breast imaging and the standard of care for the symptomatic patient. *Radiology* 1991;187:608.
- 10) Majewski A, Rosenthal H, Wagner HH. Results of real-time sonography and raster mammography of 200 breast cancers. *ROFO Fortschr Nucleamed* 1986;144:343.
- 11) Smallwood JA, Guyer P, Dewbury K, Mengatti S, Royle GT, Taylor I. The accuracy of ultrasound in the diagnosis of breast disease. *Ann R Coll Surg Engl* 1986;68:19.
- 12) Stavros AT, Thickman D, Rapp CL, Dennis MA, Parker SH, Sisney GA. Solid breast nodules: use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions. *Radiology* 1995;196:123.
- 13) Entekin R, Jackson P, Jago JR, Porter BA. Real time spatial compound imaging in breast ultrasound: technology and early clinical experience. *Medica Mundi* 1999;43:35.
- 14) Jespersen SK, Wilhjelm JE, Sillesen H. Multi-angle compound imaging. *Ultrasonic Imaging* 1998;20:81.
- 15) Seo BK, Oh YH, Kim HR, Kim HW, Kang CH, Lee NJ. Sonographic evaluation of breast nodules: comparison of conventional, real-time compound, and pulse-inversion harmonic images. *Korean J Radiol* 2002;3:38.